

00862.023174.



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
HIROSHI KONDO ET AL.) : Examiner: NOT YET ASSIGNED
Application No.: 10/632,905) : Group Art Unit: NOT YET ASSIGNED
Filed: August 4, 2003) :
For: POWER CONVERTER AND)
ELECTRIC POWER GENERATOR: October 28, 2003

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

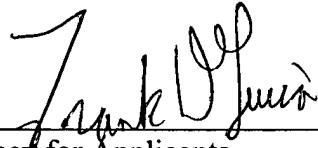
In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed
certified copies of the following foreign applications:

2002-231804, filed August 8, 2002; and

2003-130540, filed May 8, 2003.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicants

Registration No. 42476

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3800
Facsimile: (212) 218-2200

NY_MAIN 384454v1

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

CFM 0317405.0000

Appn. No. 101632174

Case list Yet

Assignee

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 8月 8日
Date of Application:

出願番号 特願2002-231804
Application Number:

[ST. 10/C] : [JP2002-231804]

出願人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2003年 8月 18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫

出証番号 出証特2003-3067130

【書類名】 特許願
【整理番号】 4774004
【提出日】 平成14年 8月 8日
【あて先】 特許庁長官
【国際特許分類】 H01F 17/00
【発明の名称】 電力変換装置および発電装置
【請求項の数】 6
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
【氏名】 近藤 博志
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
【氏名】 竹原 信善
【特許出願人】
【識別番号】 000001007
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社
【代理人】
【識別番号】 100076428
【弁理士】
【氏名又は名称】 大塚 康徳
【電話番号】 03-5276-3241
【選任した代理人】
【識別番号】 100112508
【弁理士】
【氏名又は名称】 高柳 司郎
【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100115071

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【電話番号】 03-5276-3241

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電力変換装置および発電装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 出力電圧が非安定な電源の出力を電力変換する電力変換装置であつて、

前記電源から供給される直流電力をスイッチングしてトランスに供給し、前記電源の出力電圧を数十から数百倍に昇圧するコンバータを有し、

前記トランスの一次巻線は2または3ターンであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2】 前記電源は太陽電池であることを特徴とする請求項1に記載された電力変換装置。

【請求項 3】 前記電源は単セルの太陽電池であることを特徴とする請求項1に記載された電力変換装置。

【請求項 4】 前記コンバータは、固定周波数かつ固定デューティのスイッチングを行うことを特徴とする請求項1から請求項3の何れかに記載された電力変換装置。

【請求項 5】 さらに、前記コンバータの出力電圧が略一定になるようにスイッチングを行つて、前記コンバータから出力される直流電力を交流電力に変換するインバータを有することを特徴とする請求項1から請求項4の何れかに記載された電力変換装置。

【請求項 6】 出力電圧が非安定な電源と、

請求項1から請求項5の何れかに記載された電力変換装置とを有することを特徴とする発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は電力変換装置および発電装置に関し、例えば、非安定な電源を電力供給源とする電力変換に関する。

【0002】

【従来の技術】

出力が非安定な電源が数多く知られている。例えば、温度による電力変動が激しい燃料電池、日射による電力変動が大きい太陽電池、風力による電力変動が大きい風力発電機などが、非安定な電源の代表例である。

【0003】

これら電源は、出力が非安定であるため、その発電電力をそのまま利用することはできない。そこで、これら電源が低出力時に電力を補う手段として、一般的に、これら電源を商用系統（以下「系統」と呼ぶ）に連系する方法がとられる。例えば、太陽光発電装置を100Vの系統に連系するには、必要な電圧（140V程度）が得られるように太陽電池セルを直列接続して、直列接続した太陽電池セルを系統連系型のインバータに接続する形態とする。

【0004】

非安定な電源を利用するには、上述したように、低出力時の電力を補う手段が必須である。そのため、発電装置のコストが嵩む問題がある。コストの削減を考慮した場合、とくに問題になるのは、非安定な電源の直列接続である。

【0005】

この問題は、電源電圧が低い太陽電池セルや燃料電池セルで深刻である。太陽電池セルの出力電圧は0.5～1.8V程度で、100Vの系統に連系する場合、少なくとも数十個太陽電池セルを直列に接続する必要がある。これを大規模な太陽光発電装置に適用する場合は、さらに、太陽電池セルを直列接続した直列体を複数、並列に接続する必要があり、その配線作業に多大な手間を必要とし、太陽光発電装置のコストを大幅に押し上げている。

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

発明者らは、発電装置のコストを削減するために、非安定な電源単位に電力変換器を配置して、低電圧大電流を電力変換器に入力し、コストを大幅に押し上げる配線作業をできるだけ削減した発電装置を提案している。しかし、非安定な電源に対して、どのような電力変換器が、運転効率がよく、低成本な発電装置を構築できるかは未知である。

【0007】

本発明は、上述の問題を個々にまたはまとめて解決するためのもので、出力電圧が非安定な電源に最適な電力変換装置を提供することを目的とする。

【0008】**【課題を解決するための手段】**

本発明は、前記の目的を達成する一手段として、以下の構成を備える。

【0009】

本発明にかかる電力変換装置は、出力電圧が非安定な電源の出力を電力変換する電力変換装置であって、前記電源から供給される直流電力をスイッチングしてトランスに供給し、前記電源の出力電圧を数十から数百倍に昇圧するコンバータを有し、前記トランスの一次巻線は2または3ターンであることを特徴とする電力変換装置。

【0010】

本発明にかかる発電装置は、出力電圧が非安定な電源と、上記の電力変換装置とを有することを特徴とする。

【0011】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明にかかる実施形態の発電装置を図面を参照して詳細に説明する。

【0012】

以下では、非安定な電源として太陽電池セルを用いる発電装置を代表として説明するが、非安定な電源は、太陽電池セルに限らず、上述した燃料電池や風力発電機など、温度、湿度、日射、風力などの環境条件によって電力変動が大きい電源であればよい。

【0013】

また、以下では、太陽電池セルと電力変換器とを組み合わせた発電装置であることから、この発電装置を「セルコンバータ」と呼ぶことにする。

【0014】**【概要】**

発明者らは、セルコンバータに最適な電力変換器の検討を行った。

【0015】

まず、電力変換器の入力が低電圧であることを考慮すると、変圧比が大きいトランスの使用が必要になる。高い電力変換効率を得て、かつ、小型化、低コストを実現するには、トランスの一次巻線のターン数は少ない方が好ましいから、当初、1ターンが理想的であると考えた。つまり、一次巻線が1ターンであれば、二次巻線のターン数を最小にすることことができ、一次および二次巻線の抵抗成分によって発生する電力損失（銅損）が最低になるからである。

【0016】

その後、発明者らは、トランスの一次巻線のターン数、入力電圧および変換効率の間には密接な関係があることを見出した。とくに、非安定な電源の場合、その出力電圧が大きく変化するため、電力変換器の出力の積算電力は一次巻線が1ターンの場合に最良とはならない場合があるという知見を得た。

【0017】**[構成]**

図1はセルコンバータを使用する太陽光発電システムの概要を示す図である。

【0018】

図1に示す太陽光発電システムは、セルコンバータ1から出力される交流電力を、コンセント55を介して、系統51へ逆潮流可能に構成されている。系統51は、売買電メータ52を介して、分電盤53に接続されている。売買電メータ52には、系統51から負荷54に供給された電力を積算する買電電力メータ、および、太陽光発電システムから系統51に逆潮流された電力を積算する売電電力メータが含まれる。分電盤53には、負荷54へ電力を供給するコンセント55、セルコンバータ1から交流電力が入力されるコンセント55など複数のコンセントが接続されている。

【0019】**● セルコンバータ**

図2はセルコンバータ1の構成例を示すブロック図、図3はセルコンバータ1の外観図である。

【0020】

セルコンバータ1は、太陽電池セル7、太陽電池セル7の非受光面（裏面）に配

置されたDC/DCコンバータ9およびインバータ21から構成され、太陽電池セル7の出力電力（直流電力）を、100Vの交流電力に変換して、コンセント55に対応するプラグ32を介して出力する。

【0021】

● 太陽電池セル

セルコンバータ1に使用する太陽電池セル7には、アモルファスシリコン系、多結晶シリコン系、単結晶シリコン系などの太陽電池が使用可能である。セルコンバータ1の入力電圧として好ましい0.8~1.8Vの範囲の電圧は、太陽電池セルを直列接続して得ることができる。しかし、積層型太陽電池セルを用いれば、0.8~1.8Vの範囲の電圧を容易に得ることができ、太陽電池セルの直列接続が不要になって好ましい。積層型太陽電池セルとしては、タンデムセル構造やトリプルセル構造のものがよく知られている。

【0022】

また、太陽電池セル7の電力容量は、以下の範囲が好ましい。

【0023】

太陽電池の変換効率は10%程度である。太陽電池セル7を大型化すれば、太陽電池セルと電力変換器との間の距離が長くなり、その分、配線の抵抗が増して損失を増大させる。まして、もともと出力電圧が低い太陽電池セル7の大型化は、電流を増大させることになり、太陽電池セル7と電力変換器との間の配線における損失を急増させる。言い換えれば、太陽電池セル7と電力変換器との間の距離はできるだけ短く太くするにしても、配線における損失を抑えるために、太陽電池セル7の大容量化（大型化）には限界がある。

【0024】

一方、太陽電池セル7に電力変換器を取り付ける場合、配線での損失を抑えるために、太陽電池セル7のできるだけ近傍に電力変換器を配置する必要がある。太陽電池セル7を小容量化（小型化）すると、電力変換器の配置が難しくなる上、必要な電力を得るために必要なセルコンバータ1の数を増すことになり、太陽光発電システムのコストを増大させる。

【0025】

従って、太陽電池セル7の電力容量は、損失とコストとの関係から自ずと5~40Wの範囲になる。

【0026】

● DC/DCコンバータおよびインバータ

DC/DCコンバータ9は、太陽電池セル7の出力電圧を昇圧して、インバータ21に供給するが、太陽電池セル7の比較的小さい発電電力を有効に活用するために、高効率かつ低損失であることが要求される。

【0027】

図4はDC/DCコンバータ9およびインバータ21の構成例を示す図である。

【0028】

DC/DCコンバータ9のゲート駆動回路46は、位相が逆の二つのゲート駆動信号をプッシュパルスイッティング回路を構成するスイッチング素子33および34に供給するが、ゲート駆動信号（矩形波）のデューティは固定である。ゲート駆動信号のデューティは、プッシュパルスイッティング回路の最大デューティである50%が、変換効率が高く好ましい。ゲート駆動信号のデューティを固定にするのは、ゲート駆動回路46の簡単化、コストダウンおよび信頼性向上のためである。なお、スイッチング周波数は、スイッチングによる損失およびトランジスタの小型化のトレードオフにより、20k~数百kHzの間で設定する。

【0029】

セルコンバータ1は、前述したように、入力電圧が低く、その分、入力電流が大きい。そのため、DC/DCコンバータ9の全損失のうち、一次側の導通時の損失が占める割合が非常に大きい。DC/DCコンバータ9の入力電圧および出力電力を同じとすると、オンデューティを半分にすれば、オン時にスイッチング素子に流れる電流は二倍になる。従って、式(1)に示すように、オンデューティを小さくしてスイッチング素子33および34を駆動すれば一次側の損失を増加させることになる。

$$L = I_s^2 \cdot R \cdot D \quad \cdots (1)$$

ここで、Lは一次側の損失

I_s はスイッチング素子に流れる電流

Rは抵抗値

Dはオンデューティ

【0030】

例えばオンデューティを半分(D/2)にすると、スイッチング素子に流れる電流は二倍(2・Is)になり、一次側の導通時の損失は下式に示すように二倍になる。

$$L = (2 \cdot I_s)^2 \cdot R \cdot D/2 = 4I_s^2 \cdot R \cdot D/2 = 2 \cdot I_s^2 \cdot R \cdot D$$

【0031】

つまり、DC/DCコンバータ9においては、ゲート駆動信号のデューティを最大値の50%（または、スイッチング素子の遅れによるスイッチング素子33および34の両方がオンの期間を防ぐために50%弱）に固定することで、一次側の損失を最小にすることができます。なお、DC/DCコンバータ9の二次側の電圧は充分に高く（100Vの系統に連系する場合は140V程度）、二次側の電流は一次側に比べて充分に小さく（例えば1/140程度）なるから、一次側に比べて発生する損失の割合は小さい。

【0032】

また、スイッチング素子33および34は、太陽電池セル7の出力電圧が低いため、オン抵抗が低いMOSFETを使用することが好ましい。現時点では、ユニポーラ素子であるMOSFETが、オン抵抗の面でとくに優れている。

【0033】

入力キャパシタ32は、DC/DCコンバータ9の電力供給源が電圧源とみなせるよう等価直列抵抗(ESR)が小さく、高周波特性に優れるOSコン（三洋電機製）を使用することが好ましい。そのほか、積層セラミックキャパシタ、タンタル電解キャパシタなどESRが小さいものが使用可能である。入力キャパシタ32によって、DC/DCコンバータ9の電力供給源は電圧源と見なせるようになり、DC/DCコンバータ9は、所謂電圧型コンバータと呼ばれるものになる。

【0034】

トランス15の変圧比（巻線比）は、太陽電池セル7の運転電圧が最小時において、インバータ21が交流電圧100Vを出力するために必要な直流電圧（例えば140V以上）がインバータ21に供給されるように設定する。なお、DC/DCコンバータ9の

スイッチング回路を最大デューティ50%で動作させた場合、DC/DCコンバータ9の出力電圧は、入力電圧にトランス15の変圧比を掛けた値になる。

【0035】

また、トランス15のターン数が大きいほど、太陽電池セル7が低出力時における電力変換効率が向上するが、逆に、太陽電池セル7が高出力時は電力変換効率を低下させる挙動を示す。発明者らは、温度変化や日射変動により、その出力電圧が大幅に変動する非安定な電源が接続される電力変換器の変換効率の積算値（以下「積算変換効率」と呼ぶ）を改善するには、トランス15の一次巻線のターン数を2~3ターンにすることが好ましいことを見出した。

【0036】

一次巻線のターン数を2~3ターンにすれば、1ターンに比べて、一次巻線の長さが二~三倍になるデメリットがある。さらに、巻線領域は一定であるから1ターン当たりに割り当てられる巻線断面積は1/2~1/3になり、その結果、一次巻線の抵抗値は概ね四~九倍になる。しかし、トランスのコアの磁束密度は1/2~1/3になるのでトランスの鉄損を低減することができる。また、DC/DCコンバータ9全体の一次側の損失には、上記のトランス15の鉄損および一次巻線の銅損のほかに、スイッチング素子33および34のオン抵抗による損失や配線における損失があり、トランス15の一次巻線の抵抗値が四倍になっても、DC/DCコンバータ9全体の損失が四倍になるわけではない。

【0037】

【セルコンバータの動作】

図4に示す構成において、DC/DCコンバータ9には、太陽電池セル7から直流電力が入力される。入力された直流電力は、入力キャパシタ32によって平滑され、ゲート駆動回路46、スイッチング素子33および34、並びに、トランス15から構成される昇圧回路によって昇圧される。トランス15の二次巻線から出力される電力は、ダイオードブリッジ36で整流され、平滑回路37で平滑された後、インバータ21へ供給される。

【0038】

なお、DC/DCコンバータ9のスイッチング回路のデューティは固定されているか

ら、入力電圧と出力電圧との比は常に一定になる。従って、DC/DCコンバータ9の出力電圧は、式(2)で表され、太陽電池セル7の動作点電圧が変動すればDC/DCコンバータ9の出力電圧も変動する。

$$V_d = Tr \times V_{op} \quad \dots (2)$$

ここで、 V_d はDC/DCコンバータ9の出力電圧

V_{op} は太陽電池セル7の動作点電圧

Tr は昇圧比

【0039】

インバータ21の制御回路53は、入力電圧検出器54および入力電流検出器55により、DC/DCコンバータ9から入力される電圧および電流をモニタして、インバータブリッジ52のスイッチング動作をPWM制御する。この制御によって、DC/DCコンバータ9の出力電圧および電流が制御され、その結果、太陽電池セル7の動作点電圧および電流を制御することができる。言い換えれば、制御回路53は、DC/DCコンバータ9と太陽電池セル7とを合わせた最大電力追尾制御を行うことで、太陽電池セル7の発電電力を有効に活用する。

【0040】

インバータ21へ入力される直流電力は、インバータブリッジ52および連系リニアクタを含むフィルタ58によって交流電力に変換され、プラグ32へ供給される。

【0041】

インバータ21の入力電圧および電流をモニタして、インバータブリッジ62をPWM制御する方法は、公知公用の多数の方法が知られているが、その一例を説明する。

【0042】

ワンチップマイクロプロセッサなどで構成される制御回路53は、ブリッジ接続された四つのスイッチング素子から構成されるインバータブリッジ52に供給するスイッチング制御信号を次のように生成する。

【0043】

制御回路53は、入力電圧検出器54および入力電流検出器55により、入力電圧および入力電流を検出して、太陽電池セル7の最適動作点電圧の指令値を設定する

。そして、最適動作点電圧の指令値と、入力電圧とを比較して、入力誤差信号を生成する。

【0044】

その一方、制御回路53は、バンドパスフィルタを有する交流電圧検出器56により、連系点の基本周波数成分の電圧を検出する。そして、入力誤差信号と、検出された基本周波数成分の電圧を示す信号とを乗算して、制御目標値を示す電流指令値信号を生成する。さらに、電流指令値信号と、出力電流検出器57によって検出される交流電流を示す信号とを演算して、電流誤差信号を生成する。

【0045】

制御回路53の一部であるゲート制御回路は、電流誤差信号と数十kHz程度の基準三角波信号とを比較して、PWMスイッチング信号を生成し、インバータブリッジ62の各スイッチング素子に供給する。

【0046】

このような最大電力追尾制御およびフィードバック制御により、インバータ21は、太陽電池セル7およびDC/DCコンバータ9から最大電力を引き出しつつ、系統51と同一の電流位相をもつ、力率が1の交流電力を出力する。

【0047】

以下では、本発明にかかる代表的な実施例を示し、比較例との比較結果から、その効果を検証する。

【0048】

【実施例】

以下で説明する各実施例における太陽光発電システムの形態は図1と、セルコンバータ4の構成は図4と同じである。

【0049】

[実施例1]

実施例1は、太陽電池セル7として、アモルファス層と微結晶層とが積層された薄膜太陽電池を使用する例である。なお、積層太陽電池の構造や製法、集電電極の取り付け方などは、本発明の本質とは無関係であるから、その詳細な説明は省略するが、特開平11-243219号公報や特開平8-139439号公報などに開示されてい

る。

【0050】

太陽電池セル7の単セル性能は、定格日射（スペクトルAM1.5、100mW/cm²、セル温度55°C）において、出力1.0V、15.0Aである。一枚の太陽電池セル7にDC/DCコンバータ9を取り付けて発電装置にする。

【0051】

● トランス

太陽電池セル7の最小運転電圧を0.8Vに定めると、100Vの系統51を連系先とする場合の昇圧比は0.8:140=1:175でよいが、余裕をみて、トランス15の変圧比（一次巻線数：二次巻線数）は1:200にした。また、DC/DCコンバータ9のスイッチング周波数は40kHz、デューティは50%固定とした。

【0052】

DC/DCコンバータ9はプッシュプル構成であるから、トランス15の二つの一次巻線のターン数をP1およびP2、二次巻線のターン数をS1とすると巻線比P1:P2:S1は1:1:200になる。実施例1で使用したトランス15の仕様を下に示す。

=====

コア部

材質：フェライト

形状：EPコア

有効断面積：33.9mm²

有効磁路長：28.5mm

=====

コイル部

一次巻線：2ターン×2（プッシュプル構成）

材質：平角銅線、巻線抵抗9.2mΩ

二次巻線：400ターン

材質：ウレタン絶縁電線、直径0.14mm

【0053】

出力特性

太陽電池セル7の出力電圧は、周囲温度や日射などの環境によって刻々と変化し、太陽電池セル7の発電電力を入力するDC/DCコンバータ9の入力電圧も環境によって大きく変化することになる。

【0054】

図5は、太陽電池の温度をパラメータとする、太陽電池のIV特性の一例を示す図である。太陽電池は、その種類にもよるが、温度が低くなると動作電圧が高くなる傾向をもつ。勿論、日射量によって動作電圧は変化する。

【0055】

図6は実施例1におけるDC/DCコンバータ9の電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図である。なお、各特性を示す線が重なり合わないように、低日射時（入力電力が1～8W）と、高日射時（入力電力が9～15W）の二つに分けて示す。なお、DC/DCコンバータ9の電力変換効率 η は式(3)で示される。

$$\eta [\%] = (V_o \cdot I_o / V_i \cdot I_i) \times 100 \quad \cdots (3)$$

ここで、 V_o はDC/DCコンバータ9の出力電圧

I_o はDC/DCコンバータ9の出力電流

V_i はDC/DCコンバータ9の入力電圧

I_i はDC/DCコンバータ9の入力電流

【0056】

環境の変化により入力電圧が変化するが、図6に示すように、約0.8～1.2Vの範囲で、安定して高い変換効率（80～95%）を示した。

【0057】

[実施例2]

実施例2は、DC/DCコンバータ9に使用するトランス15の一次巻線を3ターンにしたものである。

=====

コア部

材質：フェライト

形状：EPコア

有効断面積：33.9mm²

有効磁路長：28.5mm

コイル部

一次巻線：3ターン×2（プッシュプル構成）

材質：平角銅線、巻線抵抗20.7mΩ

二次巻線：600ターン

材質：ウレタン絶縁電線、直径0.115mm

【0058】

図7は、図6と同様に、実施例2におけるDC/DCコンバータ9の電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図である。

【0059】

実施例1に比べて、実施例2のDC/DCコンバータ9は、概ね、低日射時（入力電力が1～8W）の変換効率が良好であり、高日射時（入力電力が9～15W）の変換効率が低下する傾向を示した。

【0060】

[比較例1]

実施例1および実施例2の有効性を示すために、比較例1として一次巻線が1ターンのトランス15を組み込んだDC/DCコンバータ9を作成した。

コア部

材質：フェライト

形状：EPコア

有効断面積：33.9mm²

有効磁路長：28.5mm

=====

コイル部

一次巻線：1ターン×2（プッシュプル構成）

材質：平角銅線 卷線抵抗2.3mΩ

二次巻線：200ターン

材質：ウレタン絶縁電線、直径0.2mm

【0061】

図8は、図6および図7と同様に、比較例1におけるDC/DCコンバータ9の電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図である。

【0062】

実施例1および実施例2に比べて、比較例1のDC/DCコンバータ9は、定格時（1V、15W入力時）の変換効率は優れるが、とくに入力電圧が高い場合に変換効率が低い。従って、朝夕の太陽電池セル7の温度が低く日射が弱い場合、または、気温が低い冬期などに変換効率が低下すると予測される。

【0063】

[比較試験]

図9から図12は、ある一日における実施例1、2および比較例1のセルコンバータ1の積算電力を比較した結果を示す図で、図9は外気温度および日射量の変遷を、図10は太陽電池セル7の最適動作点電圧（言い換えればDC/DCコンバータ9の入力電圧の変遷）を、図11は各セルコンバータ1の30分毎の積算電力を、図12は各セルコンバータ1の一日の積算電力を、それぞれ示している。

【0064】

図11に示すように、一次巻線を2、3ターンとした実施例1、2は、一次巻線が1ターンの比較例1に比べ、低日射時に優れた出力特性を示す。また、図11からは

わかり難いが、同じ日射条件の午前と午後を比較すると、午前中のセルコンバータ1の温度が低い時間帯の方が出力差が大きい。これは図6から図8に示したように、太陽電池セル7の温度が低く、太陽電池セル7の出力電圧が高い（入力電圧が高い）場合に比較例1の変換効率が低いためである。

【0065】

図11に示す30分毎の積算電力を合計して、一日の積算電力としたものが図12である。図12に示すように、実施例1、2は、比較例1に比べて、朝夕を除く昼間の発電量は劣るもの、朝夕の発電量が多く、一日の積算電力は実施例1、2の方が比較例1よりも大きい。また、図9から図12には晴天時のデータを示したが、曇天時は、一日を通して実施例1、2の発電量が比較例1の発電量を上回ることが多い。また、晴天時でも朝夕やセルコンバータ1の温度が低い冬期なども、実施例1、2の発電量が比較例1の発電量を上回るから、実施例1、2は、比較例1に比べ、年間を通して発電量が多くなると予測される。

【0066】

さらに、図8に示す変換効率特性に比べて、図6および図7に示す変換効率特性は、入力電圧の変化に対して安定していることから、一次巻線を2~3ターンにすることで、太陽電池セル7の動作点電圧の範囲を拡げる効果も期待される。

【0067】

[実施例3]

実施例3は、太陽電池セル7に、アモルファスシリコンを含む光電変換層を三層に積層した太陽電池セルを使用した。このような太陽電池セルの製造方法は特開平6-21494号公報などに開示されている。

【0068】

太陽電池セル7の性能は、定格日射（スペクトルAM1.5、100mW/cm²、セル温度5°C）において、出力1.5V、30Wである。なお、太陽電池セル7の最適動作点電圧は、環境（日射、温度）の変化により1.2~1.8Vの間で変化する。

【0069】

DC/DCコンバータ9は、他の実施例と同様に、プッシュプル回路で構成し、そのスイッチング周波数は40kHz、デューティは50%固定とした。ただし、実施例1と

太陽電池セル7の電圧が異なるため、使用するトランス15の変圧比を変えた。

【0070】

トランス

太陽電池セル7の最適動作点電圧の最小値は1.2Vであるから、100Vの系統51を連系先とする場合の昇圧比は $1.2:140=1:117$ であるが、余裕をみて、トランス15の変圧比を1:133にした。

=====

コア部

材質：フェライト

形状：EPコア

有効断面積：33.9mm²

有効磁路長：28.5mm

=====

コイル部

一次巻線：2ターン×2（プッシュプル構成）

材質：平角銅線、巻線抵抗9.2mΩ

二次巻線：266ターン

材質：ウレタン絶縁電線、直径0.17mm

【0071】

● 出力特性

図13は実施例3におけるDC/DCコンバータ9の電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図である。

【0072】

環境の変化により入力電圧が変化するが、図13に示すように、約1.2～1.8Vの範囲で、安定して高い変換効率（90～95%）を示した。

【0073】

[実施例4]

実施例4は、実施例3と同じ太陽電池セル7を使用して、DC/DCコンバータ9に使用するトランス15の一次巻線を3ターンにしたるものである。

=====

コア部

材質：フェライト

形状：EPコア

有効断面積：33.9mm²

有効磁路長：28.5mm

=====

コイル部

一次巻線：3ターン×2（プッシュプル構成）

材質：平角銅線、巻線抵抗20.7mΩ

二次巻線：399ターン

材質：ウレタン絶縁電線、直径0.14mm

【0074】

図13は実施例4におけるDC/DCコンバータ9の電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図である。

【0075】

実施例3に比べて、実施例4のDC/DCコンバータ9は、概ね、低日射時（入力電力が1～8W）の変換効率が良好であり、高日射時（入力電力が9～15W）の変換効率が低下する傾向を示した。

【0076】

[比較例2]

実施例3および実施例4の有効性を示すために、比較例2として一次巻線が1ターンのトランス15を組み込んだDC/DCコンバータ9を作成した。

コア部

材質：フェライト

形状：EPコア

有効断面積：33.9mm²

有効磁路長：28.5mm

コイル部

一次巻線：1ターン×2（プッシュプル構成）

材質：平角銅線、巻線抵抗2.3mΩ

二次巻線：133ターン

材質：ウレタン絶縁電線、直径0.24mm

【0077】

図15は、図13および図14と同様に、比較例2におけるDC/DCコンバータ9の電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図である。

【0078】

実施例3および実施例4に比べて、比較例2のDC/DCコンバータ9は、定格時（1.5V、30W入力時）の変換効率は優れるが、とくに入力電圧が高い場合に変換効率が低い。従って、朝夕の太陽電池セル7の温度が低く日射が弱い場合、または、気温が低い冬期などに変換効率が低下すると予測される。

【0079】

[比較試験]

図16から図19は、ある一日における実施例3、4および比較例2のセルコンバータ1の積算電力を比較した結果を示す図で、図16は外気温度および日射量の変遷を、図17は太陽電池セル7の最適動作点電圧（言い換えればDC/DCコンバータ9の入力電圧の変遷）を、図18は各セルコンバータ1の30分毎の積算電力を、図19は

各セルコンバータ1の一日の積算電力を、それぞれ示している。

【0080】

図18に示すように、一次巻線を2、3ターンとした実施例3、4は、一次巻線が1ターンの比較例2に比べ、低日射時に優れた出力特性を示す。また、図11からはわかり難いが、同じ日射条件の午前と午後を比較すると、午前中のセルコンバータ1の温度が低い時間帯の方が出力差が大きい。これは図13から図15に示したように、太陽電池セル7の温度が低く、太陽電池セル7の出力電圧が高い（入力電圧が高い）場合に比較例2の変換効率が低いためである。

【0081】

図18に示す30分毎の積算電力を合計して、一日の積算電力としたものが図19である。図19に示すように、実施例3、4は、比較例2に比べて、朝夕を除く昼間の発電量は劣るもの、朝夕の発電量が多く、一日の積算電力は実施例3、4の方が比較例2よりも大きい。また、図16から図19には晴天時のデータを示したが、曇天時は、一日を通して実施例3、4の発電量が比較例2の発電量を上回ることが多い。また、晴天時でも朝夕やセルコンバータ1の温度が低い冬期なども、実施例3、4の発電量が比較例2の発電量を上回るから、実施例3、4は、比較例2に比べ、年間を通して発電量が多くなると予測される。

【0082】

さらに、図15に示す変換効率特性に比べて、図13および図14に示す変換効率特性は、入力電圧の変化に対して安定していることから、一次巻線を2～3ターンにすることで、太陽電池セル7の動作点電圧の範囲を拡げる効果も期待される。

【0083】

このように、本実施形態によれば、出力電圧が非安定な電源を入力とする電力変換器において、非安定な電源から出力される直流電力を昇圧するためのトランスの一次巻線を2または3ターンにすることで、発電装置の一日当たりの積算電力（言い換えれば一日当たりの変換効率）を向上することができる。とくに、非安定な電源として太陽電池を用いるセルコンバータで、太陽電池の発電電力を有効に利用することができる。

【0084】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、出力電圧が非安定な電源に最適な電力変換装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

セルコンバータを使用する太陽光発電システムの概要を示す図、

【図 2】

セルコンバータの構成例を示すブロック図、

【図 3】

セルコンバータの外観図、

【図 4】

DC/DCコンバータおよびインバータの構成例を示す図、

【図 5】

太陽電池の温度をパラメータとする、太陽電池のIV特性の一例を示す図、

【図 6】

実施例1におけるDC/DCコンバータの電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図、

【図 7】

実施例2におけるDC/DCコンバータの電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図、

【図 8】

比較例1におけるDC/DCコンバータの電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図、

【図 9】

外気温度および日射量の変遷を示す図、

【図 10】

太陽電池セルの最適動作点電圧を示す図、

【図 11】

各セルコンバータの30分毎の積算電力を示す図、

【図12】

各セルコンバータの一日の積算電力を示す図、

【図13】

実施例3におけるDC/DCコンバータの電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図、

【図14】

実施例4におけるDC/DCコンバータの電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図、

【図15】

比較例2におけるDC/DCコンバータの電力変換効率と、入力電圧との関係を入力電力別にプロットした図、

【図16】

外気温度および日射量の変遷を示す図、

【図17】

太陽電池セルの最適動作点電圧を示す図、

【図18】

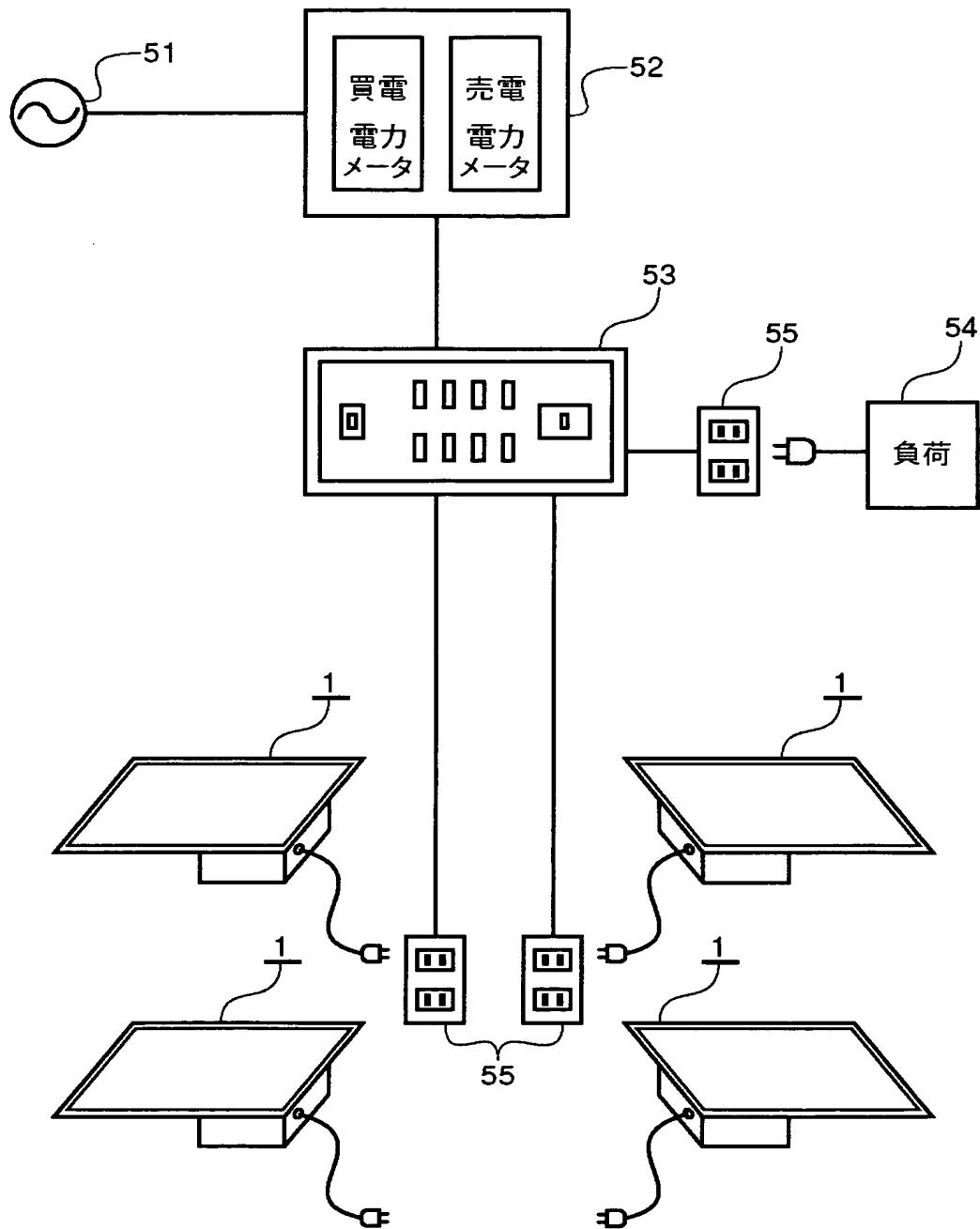
各セルコンバータの30分毎の積算電力を示す図、

【図19】

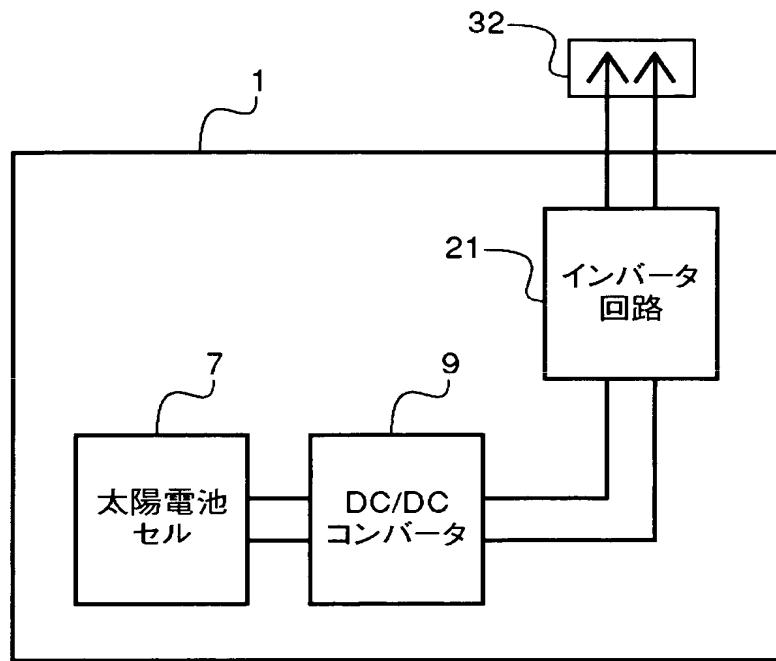
各セルコンバータの一日の積算電力を示す図である。

【書類名】 図面

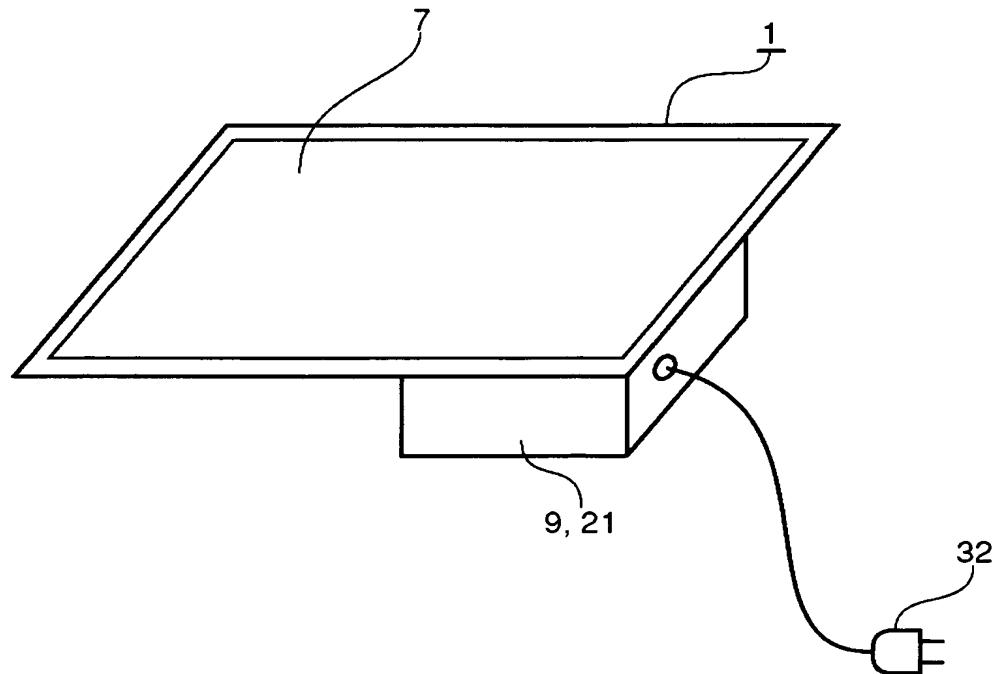
【図1】



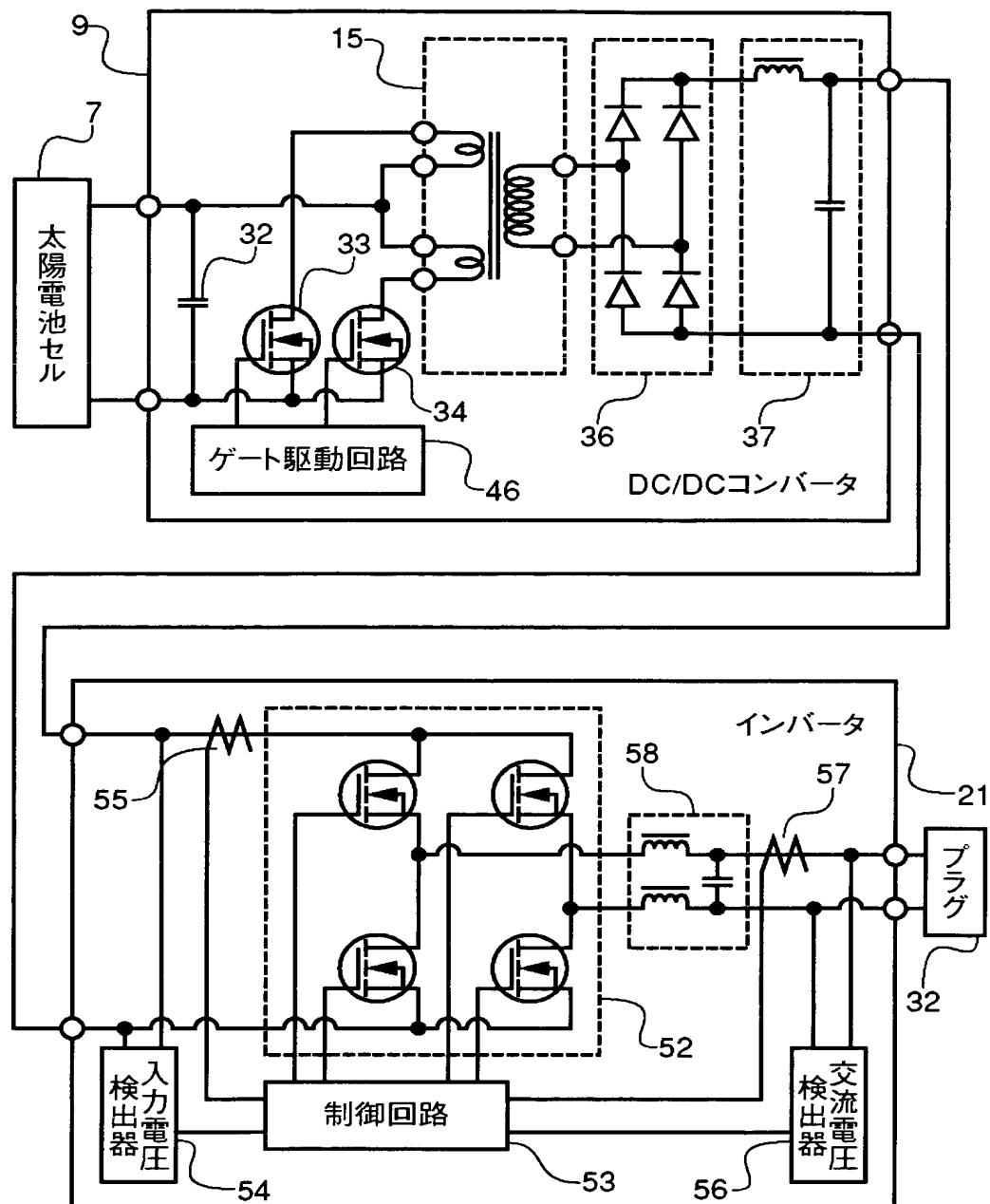
【図 2】



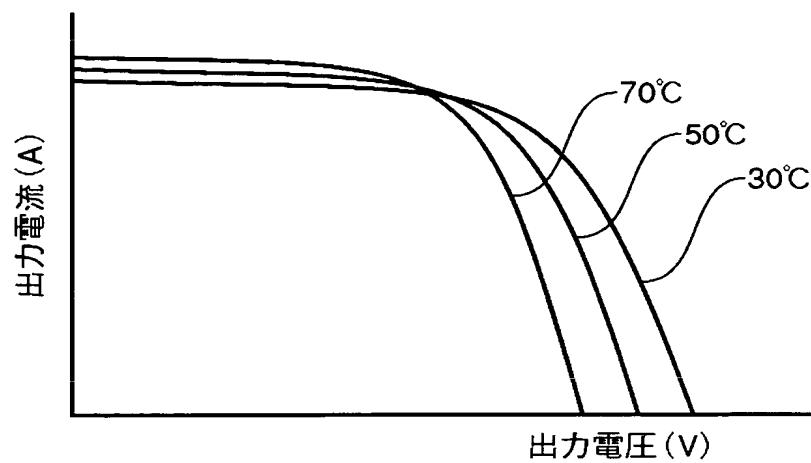
【図 3】



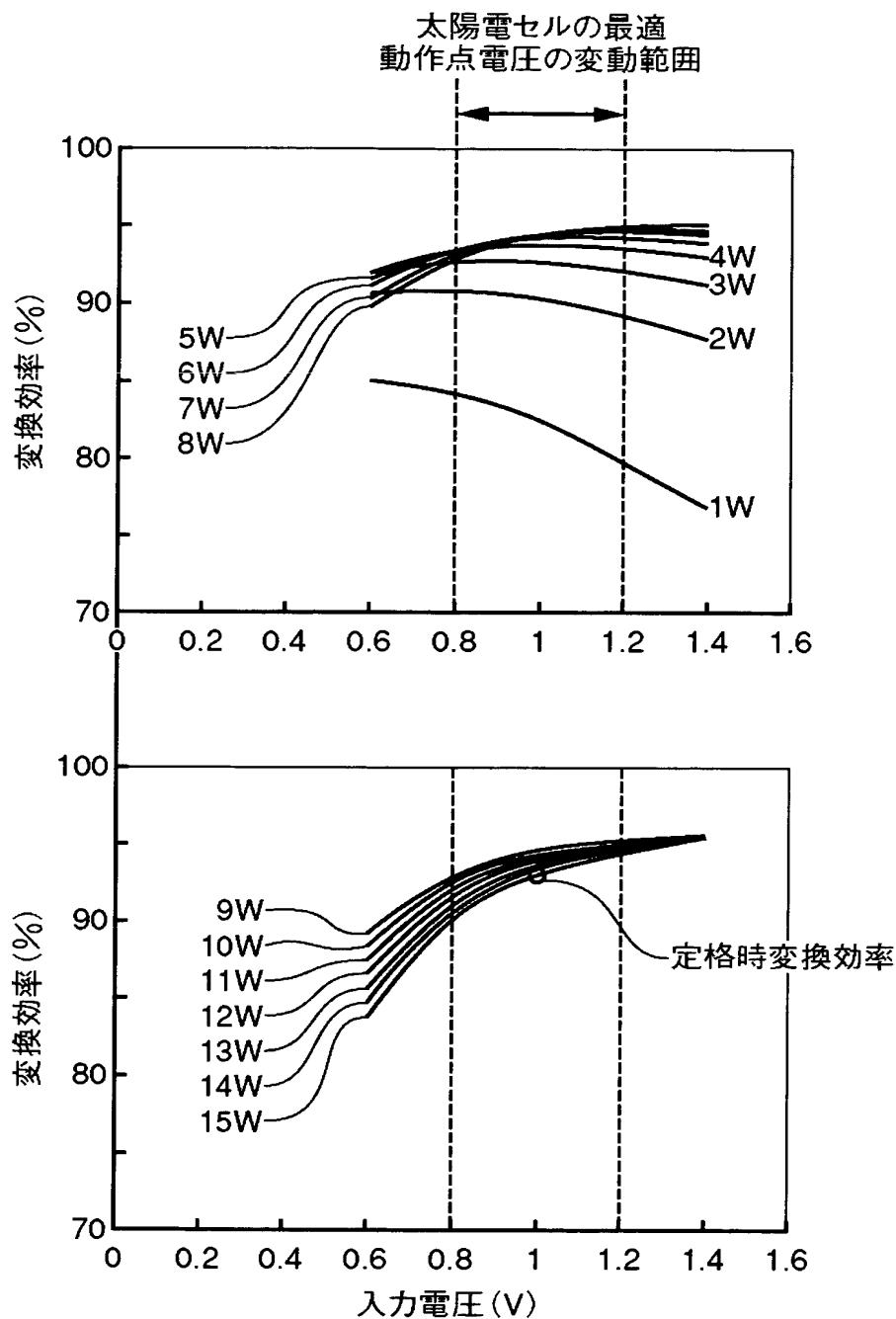
【図4】



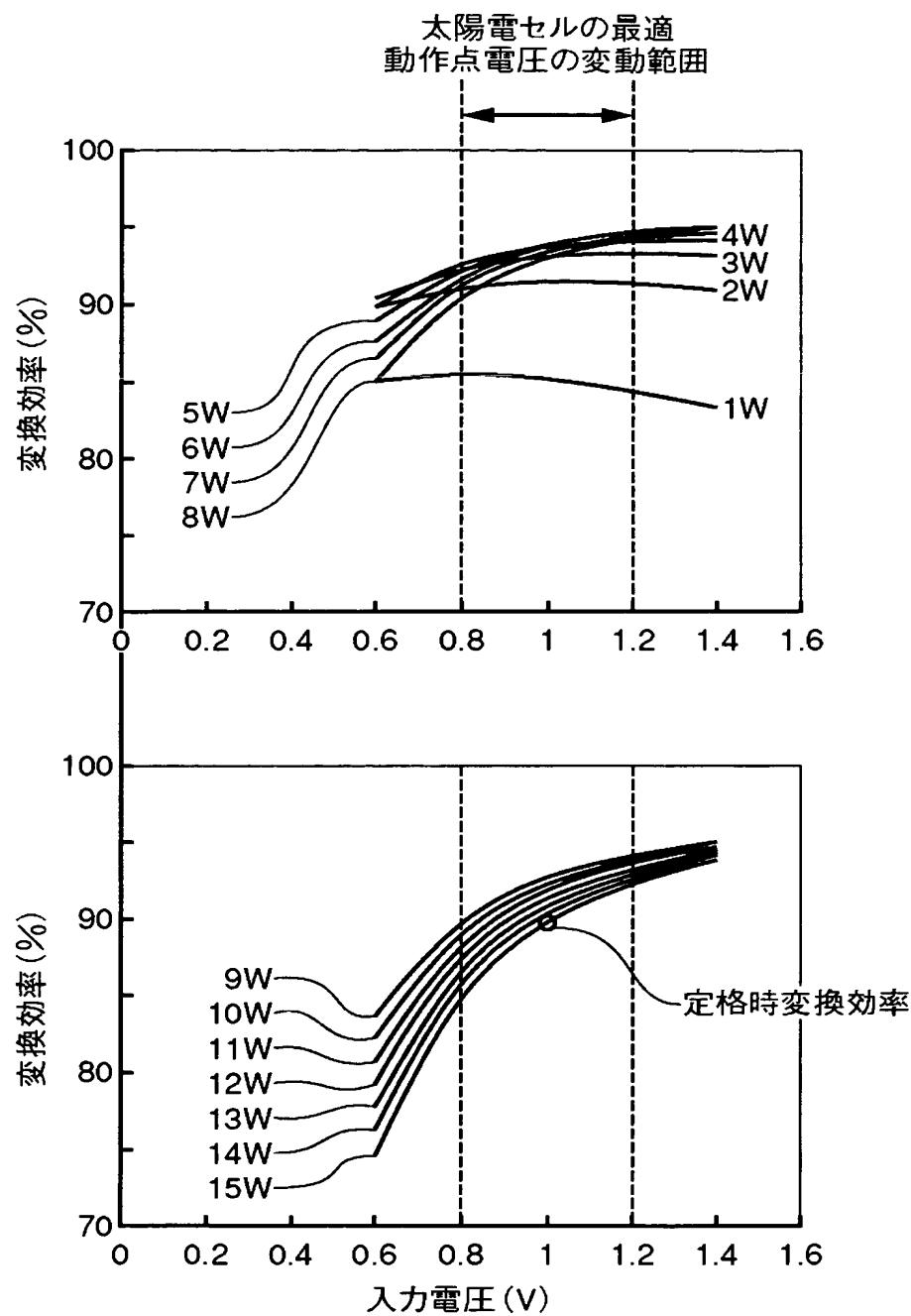
【図 5】



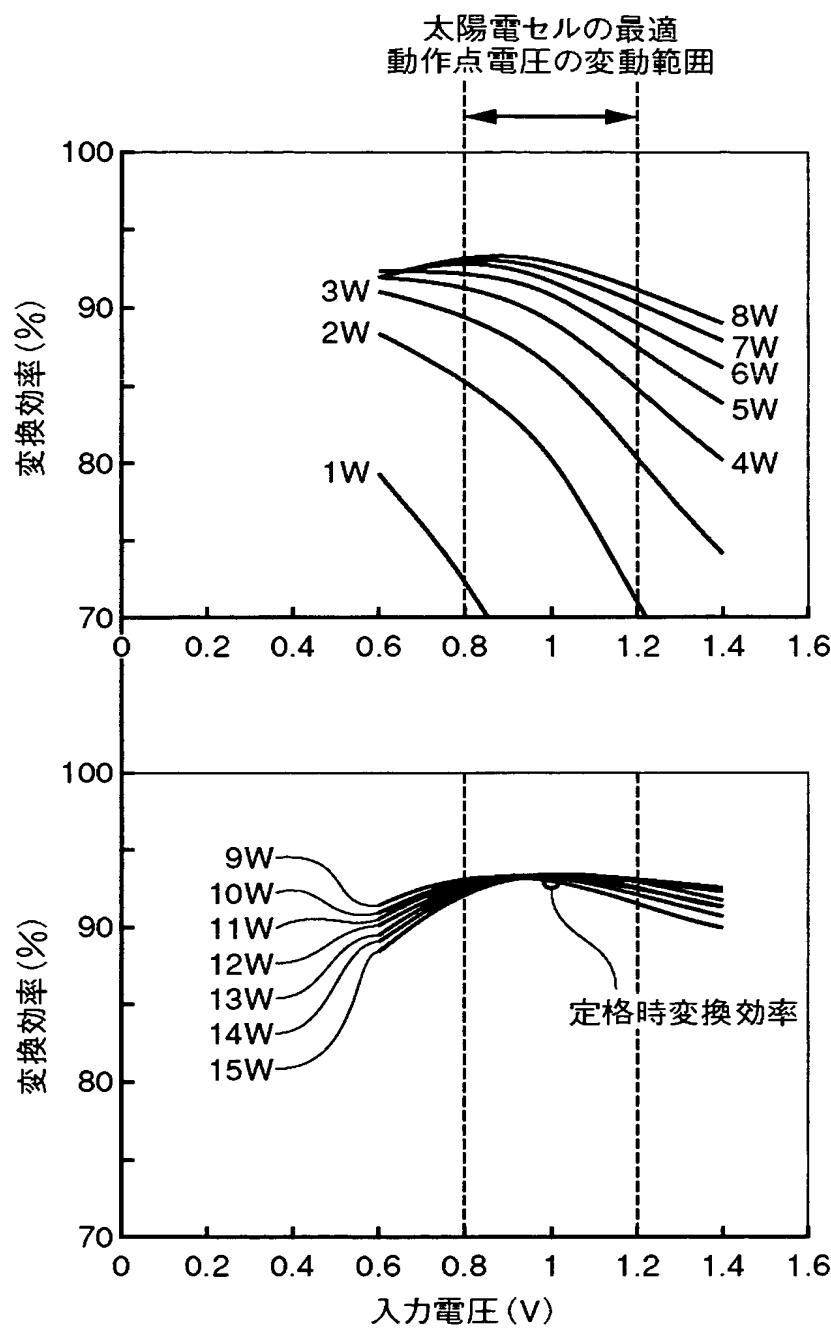
【図6】



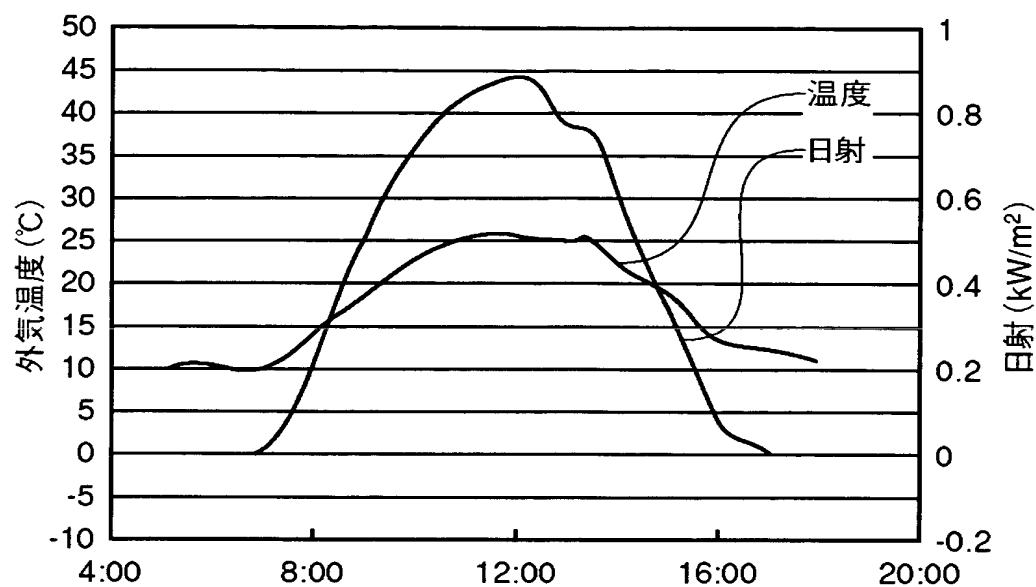
【図 7】



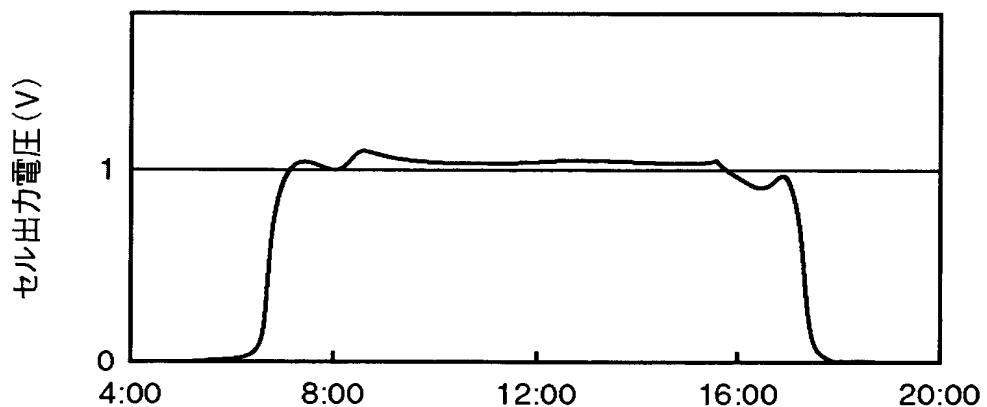
【図8】



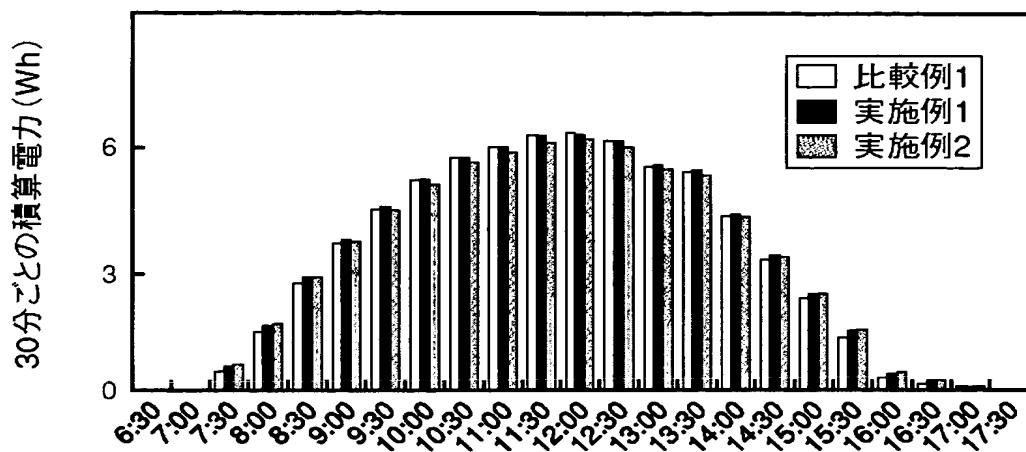
【図9】



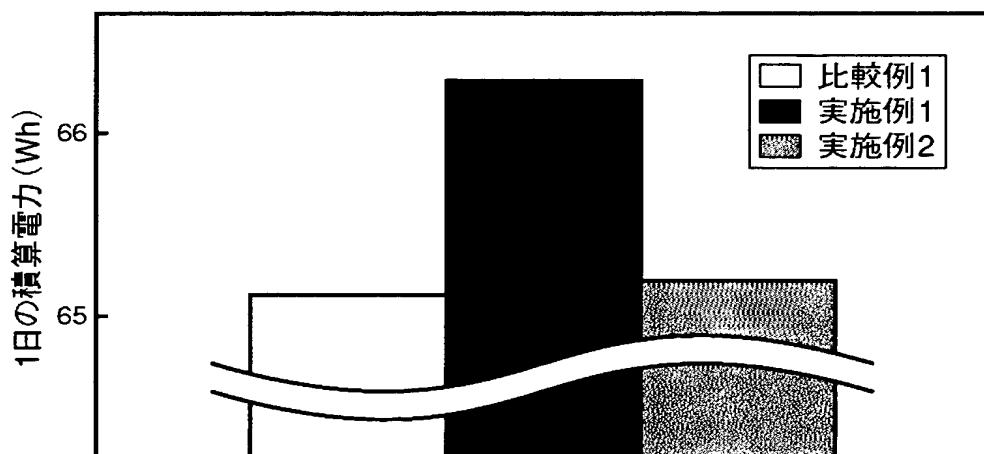
【図10】



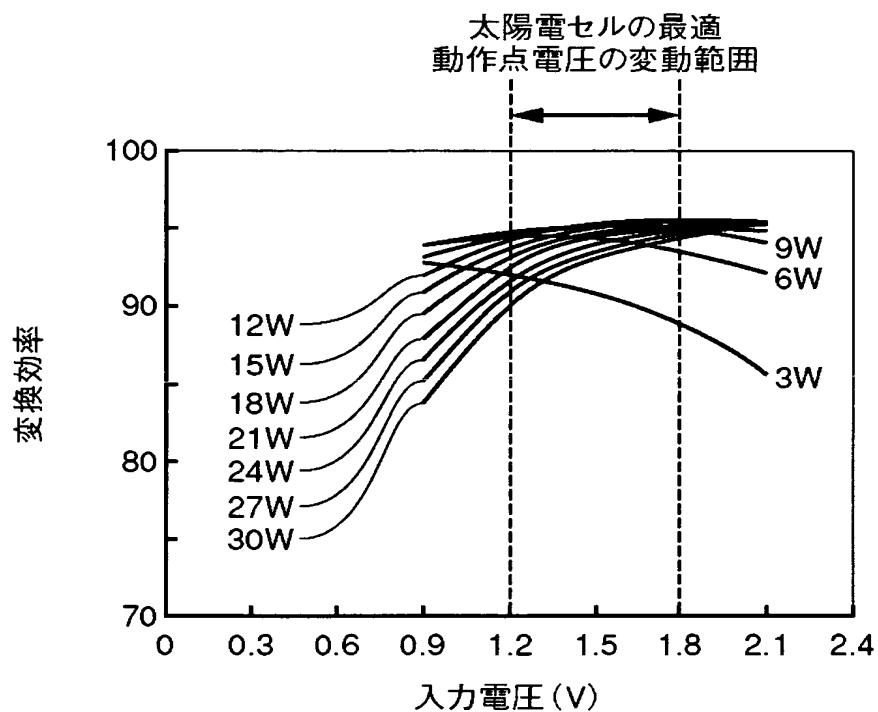
【図 1 1】



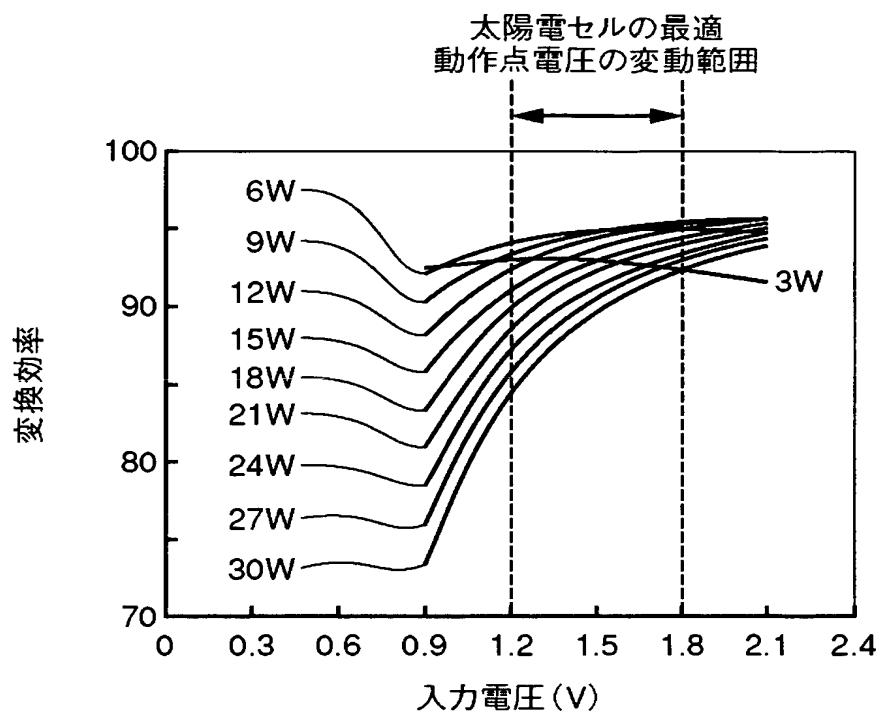
【図 1 2】



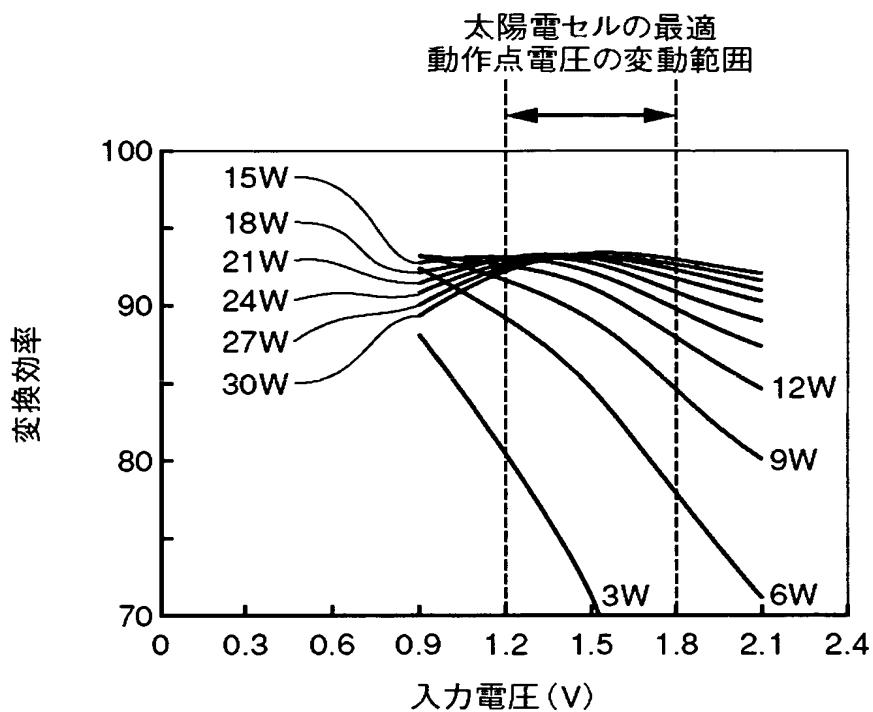
【図13】



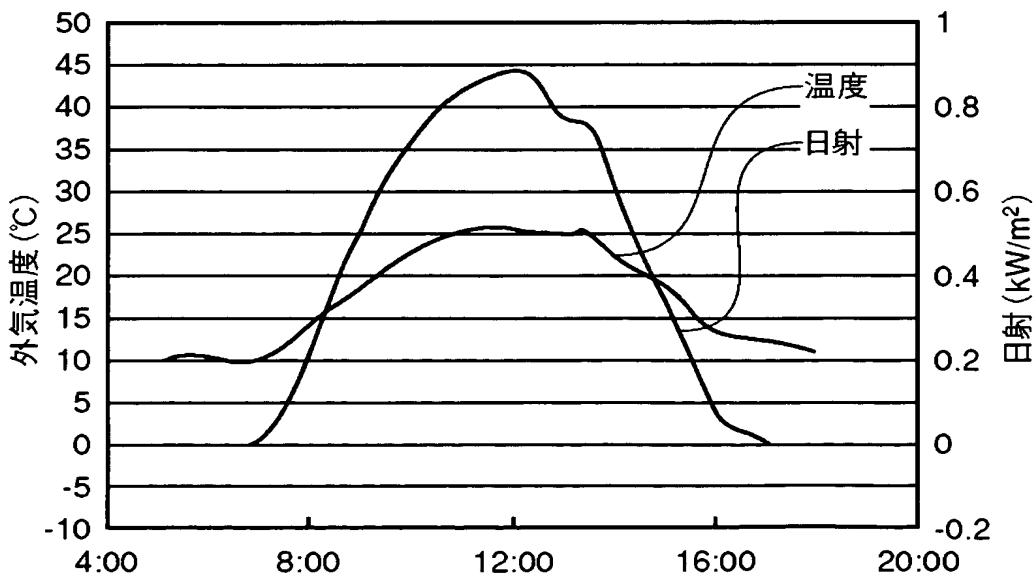
【図14】



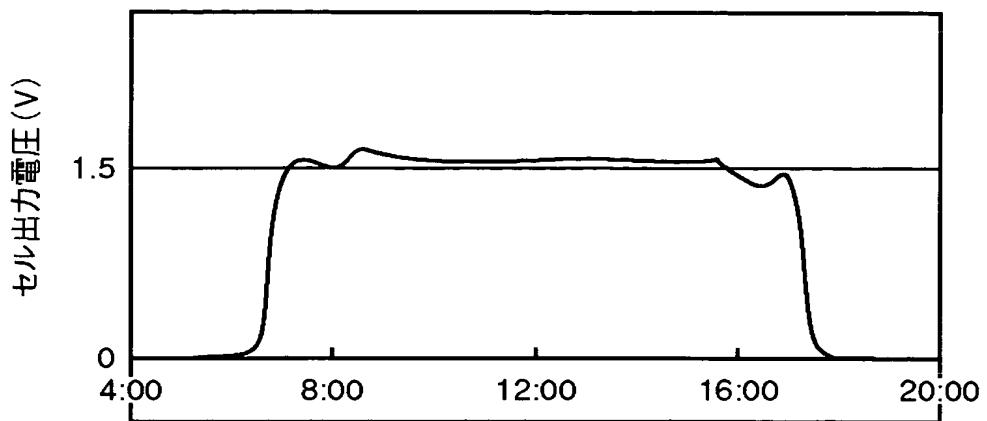
【図15】



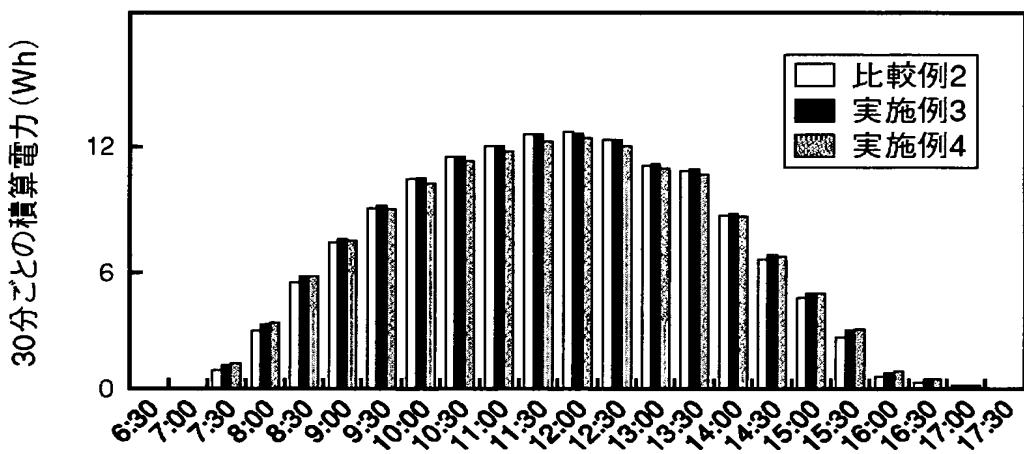
【図16】



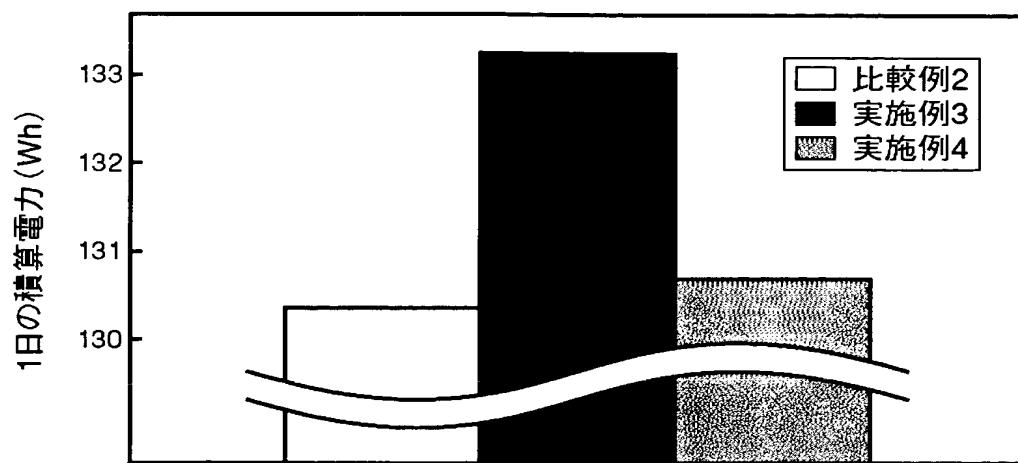
【図17】



【図18】



【図19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 太陽電池セル単位に電力変換器を配置して、低電圧大電流を電力変換器に入力して、発電装置のコストを大幅に押し上げる配線作業をできるだけ削減することができる。しかし、太陽電池のような非安定な電源に対して、どのような電力変換器が、運転効率がよく、低成本な発電装置を構築できるかは未知である。

【解決手段】 DC/DCコンバータ9は、太陽電池セル7から供給される直流電力をスイッチングしてトランス15に供給し、太陽電池セル7の出力電圧を数十から数百倍に昇圧する。トランス15の一次巻線は2または3ターンにする。

【選択図】 図4

特願 2002-231804

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社